

C



PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

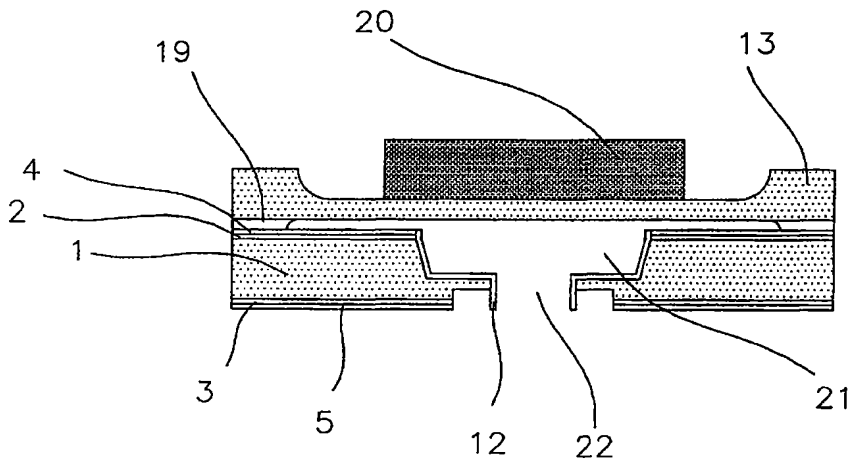
| | | | |
|--|--|--|--|
| (51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : B41J 2/16, 2/14 | | A1 | (11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/06388 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 10. Februar 2000 (10.02.00) |
| (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH99/00347 (22) Internationales Anmeldedatum: 26. Juli 1999 (26.07.99) | | (81) Bestimmungsstaaten: CA, IL, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). | |
| (30) Prioritätsdaten: 1571/98 24. Juli 1998 (24.07.98) CH | | Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i> | |
| (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): GENSPEC S.A. [CH/CH]; Case postale 120, CH-2017 Boudry (CH). | | | |
| (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): TWERENBOLD, Damian [CH/CH]; Rue des Prés 57a, CH-2017 Boudry (CH). LUG-INBUEHL, Philippe [CH/CH]; Institut de Microtechnique, Rue Jaquet Droz 1, CH-3000 Neuchâtel (CH). INDER-MUEHLE, Pierre, François [CH/CH]; Institut de Microtechnique, Rue Jaquet Droz 1, CH-3000 Neuchâtel (CH). | | | |

(54) Title: MICROMECHANICALLY PRODUCED NOZZLE FOR PRODUCING REPRODUCIBLE DROPLETS

(54) Bezeichnung: MIKROMECHANISCH HERGESTELLTE DÜSE ZUR ERZEUGUNG REPRODUZIERBARER KLEINER TROPFEN

(57) Abstract

The invention relates to a micromechanically produced nozzle for producing droplets of reproducible size, which consists of a liquid container delimited by a silicon structure (1) and a pyrex structure (13). The silicon structure is a silicon wafer (1) consisting of a silicon oxide layer (SiO_x) (2 and 3) and a silicon nitrate layer (Si₃N₄) (4 and 5) which has a nozzle of silicon oxide (SiO₃) (12) which forms a nozzle opening (22) of a liquid container (21). The liquid is fed into the liquid container through a channel (19) embodied in the pyrex structure. A disk (20) made of a piezoelectric material exerts a pressure on the liquid in the container (21), which passes through the nozzle (22) in the form of a drop.



(57) Zusammenfassung

Die mikromechanisch hergestellte Düse zur Erzeugung reproduzierbarer kleiner Tropfen besteht aus einem Flüssigkeitsbehälter, der durch eine Siliziumstruktur (1) und eine Pyrexstruktur (13) eingegrenzt ist. Die Siliziumstruktur ist ein Siliziumwafer (1) bestehend aus einer Siliziumoxidschicht (SiO_2) (2 und 3) und einer Silizium-Nitrat Schicht (Si_3N_4) (4 und 5) mit einer Düse aus Siliziumoxid (SiO_2) (12), welche eine Düsenöffnung (22) eines Flüssigkeitsbehälters (21) bildet. Die Flüssigkeit wird durch einen in der Pyrexstruktur geformten Kanal (19) in den Flüssigkeitsbehälter geführt. Eine Scheibe (20) aus piezoelektrischem Material erzeugt einen Druck auf die im Behälter (21) befindliche Flüssigkeit, welche die Düse (22) in Form eines Tropfens verlässt.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

| | | | | | | | |
|----|------------------------------|----|-----------------------------------|----|---|----|--------------------------------|
| AL | Albanien | ES | Spanien | LS | Lesotho | SI | Slowenien |
| AM | Armenien | FI | Finnland | LT | Litauen | SK | Slowakei |
| AT | Österreich | FR | Frankreich | LU | Luxemburg | SN | Senegal |
| AU | Australien | GA | Gabun | LV | Lettland | SZ | Swasiland |
| AZ | Aserbaidschan | GB | Vereinigtes Königreich | MC | Monaco | TD | Tschad |
| BA | Bosnien-Herzegowina | GE | Georgien | MD | Republik Moldau | TG | Togo |
| BB | Barbados | GH | Ghana | MG | Madagaskar | TJ | Tadschikistan |
| BE | Belgien | GN | Guinea | MK | Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien | TM | Turkmenistan |
| BF | Burkina Faso | GR | Griechenland | ML | Mali | TR | Türkei |
| BG | Bulgarien | HU | Ungarn | MN | Mongolei | TT | Trinidad und Tobago |
| BJ | Benin | IE | Irland | MR | Mauretanien | UA | Ukraine |
| BR | Brasilien | IL | Israel | MW | Malawi | UG | Uganda |
| BY | Belarus | IS | Island | MX | Mexiko | US | Vereinigte Staaten von Amerika |
| CA | Kanada | IT | Italien | NE | Niger | UZ | Usbekistan |
| CF | Zentralafrikanische Republik | JP | Japan | NL | Niederlande | VN | Vietnam |
| CG | Kongo | KE | Kenia | NO | Norwegen | YU | Jugoslawien |
| CH | Schweiz | KG | Kirgisistan | NZ | Neuseeland | ZW | Zimbabwe |
| CI | Côte d'Ivoire | KP | Demokratische Volksrepublik Korea | PL | Polen | | |
| CM | Kamerun | KR | Republik Korea | PT | Portugal | | |
| CN | China | KZ | Kasachstan | RO | Rumänien | | |
| CU | Kuba | LC | St. Lucia | RU | Russische Föderation | | |
| CZ | Tschechische Republik | LI | Liechtenstein | SD | Sudan | | |
| DE | Deutschland | LK | Sri Lanka | SE | Schweden | | |
| DK | Dänemark | LR | Liberia | SG | Singapur | | |
| EE | Estland | | | | | | |

MIKROMECHANISCH HERGESTELLTE DÜSE ZUR ERZEUGUNG REPRODUZIERBARER KLEINER TROPFEN

Die Erfindung betrifft eine mikromechanisch hergestellte Düse zur Erzeugung reproduzierbar kleiner Tropfen, wie es im Oberbegriff des Patentanspruches 1 definiert ist.

In vielen Geräten und Anwendungen müssen Flüssigkeiten in geringer und kontrollierter Menge abgegeben werden. Geeignet zu diesem Zweck ist die Abgabe der Flüssigkeit in Tröpfchen Form. Dazu benötigt man ein geeignetes Flüssigkeitsreservoir, einen geeigneten Mechanismus zum Transport der Flüssigkeit und einen geeigneten Mechanismus zur Erzeugung eines Tropfens.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Gerät zur Erzeugung von reproduzierbaren kleinen Tropfen mit Durchmesser bis zu 1 Mikrometer zu entwickeln.

Diese Aufgabe wird durch ein Gerät mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Der entscheidende Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt in der Verwendung mikromechanischer Fabrikationsmethoden welche die Herstellung mechanischer Strukturen mit submikrometer genauer Präzision erlaubt. Zudem werden mit geeigneter Wahl von Beschichtungstechnologien die Oberflächen derart behandelt, dass die Flüssigkeiten von der Oberfläche abgestossen oder angezogen werden. Die vorliegende Erfindung erlaubt die Erzeugung von reproduzierbarer einzelner Tropfen von Durchmesser bis zu einem Mikrometer Durchmesser in einem Ausführungsbeispiel. In einem weiteren Ausführungsbeispiel erlaubt die Erfindung die Erzeugung eines Nebels von mehrerer gleich grosser kleiner Tropfen von bis zu einem Mikrometer Durchmesser. In einem weiteren Ausführungsbeispiel lässt sich die Düsenöffnung auf einen Durchmesser von 1 Mikrometer verkleinern durch nachträglicher Deposition von Siliziumoxid auf der Düsenstruktur.

Einzelheiten und weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen.

Die Figuren zeigen:

- FIG.1 den prinzipiellen Aufbau der mikromechanisch hergestellten Düse zur Erzeugung reproduzierbar kleiner Tropfen,
- FIG.2 die prinzipiellen Verfahrensschritte zur Herstellung der Düsenöffnung der mikromechanisch hergestellten Düse zur Erzeugung reproduzierbar kleiner Tropfen,
- FIG.3 die prinzipiellen Verfahrensschritte zur Herstellung der Rückwand der mikromechanisch hergestellten Düse zur Erzeugung reproduzierbar kleiner Tropfen,
- FIG.4 den prinzipiellen Aufbau der Beschichtungen zur Kontrolle der Flüssigkeitsbenetzung der mikromechanisch hergestellten Düse zur Erzeugung reproduzierbar kleiner Tropfen,
- FIG.5 den prinzipiellen Aufbau eines Gerätes mit einem Array von mehreren mikromechanisch hergestellten Düsen mit gemeinsamen Flüssigkeitsreservoir zur Erzeugung eines Nebels von reproduzierbarer kleiner Tropfen.
- FIG.6 den prinzipiellen Aufbau einer durch Siliziumoxid-Beschichtung verkleinerter Düsenöffnung.

Anhand von FIG.1 wird zunächst der prinzipielle Aufbau gezeigt. Der Flüssigkeitsbehälter wird eingegrenzt durch eine Siliziumstruktur (1) und einer Pyrexstruktur (13). Die Siliziumstruktur ist ein Siliziumwafer (1) bestehend aus einer Siliziumoxidschicht (SiO_2) (2) und (3) und einer Silizium-Nitrat Schicht (Si_3N_4) (4) und (5) mit einer Düse aus Siliziumoxid (SiO_2) (12) welche eine Düsenöffnung (22) eines Flüssigkeitsbehälters (21) bildet. Die Flüssigkeit wird durch eine in der Pyrexstruktur geätztem Kanal (19) in den Flüssigkeitsbehälter geführt. Eine Scheibe (20) aus piezoelektrischem Material erzeugt einen Druck auf die in (21) befindlichen Flüssigkeit welche die Düse (22) in Form eines Tropfens verlässt. Die freistehende Struktur der Wand der Düsenöffnung (12) wird die Benetzung der äusseren Oberfläche der Düse verhindert und dadurch die Bildung eines geometrisch genau definierten Tropfens ermöglicht.

Anhand von FIG.2 werden die prinzipiellen Verfahrensschritte zur Herstellung der Düsenöffnung gezeigt.

FIG.2A zeigt einen Siliziumwafer (1) mit einer bei ca 800 Grad Celsius thermisch gewachsenen Siliziumoxidschicht (SiO_2) (2) und (3) von je ungefähr 0.1 μm Schichtdicke.

FIG.2B zeigt die durch einen "Low Pressure Chemical Vapour Deposition" (LPCVD) beidseitig aufgetragenen Silizium-Nitrat Schicht (Si_3N_4) (4) und (5) von je ungefähr 0.3 μm Schichtdicke.

FIG.2C zeigt die Öffnung (6) in der Silizium-Nitrat Schicht (5) welche durch "Reactive Ion Etching" (RIE) mit Siliziumoxid als Ätzstop erzeugt wird, und die Öffnung (6) in der Siliziumoxid Schicht (3) welche durch "Buffered Hydrofluoricacid" (BHF) mit Silizium als Ätzstop erzeugt wird. Dabei wird der nicht zu öffnende Teil durch einen Photoresist auf der Schicht (5) abgedeckt.

FIG.2D zeigt die Vertiefung (7) welche in Silizium durch anisotropes Ätzen mit "Kalium Hydroxid" (KOH) erzeugt wird. Die Tiefe von (7) wird durch die Ätzzeit bestimmt.

FIG.2E zeigt die Öffnung (8) in der Silizium-Nitrat Schicht (4) welche durch "Reactive Ion Etching" (RIE) mit Siliziumoxid als Ätzstop erzeugt wird, und die Öffnung (8) in der Siliziumoxid Schicht (2) welche durch "Buffered Hydrofluoricacid" (BHF) mit Silizium als Ätzstop erzeugt wird. Dabei wird der nicht zu öffnende Teil der Silizium-Nitrat Schicht durch einen Photoresist auf der Schicht (4) abgedeckt.

FIG.2F zeigt die Öffnung (9) welche durch das "Advanced Deep Reactive Ion Etching" (ADRIE) Verfahren erzeugt wird. Dieses Verfahren erlaubt durch geeignete Wahl der Gase und deren Mischverhältnisse ein Plasmaätzen mit sehr hohem geometrischer Anisotropie von besser als 1:30, welches in Silizium Vertiefungen von der Größenordnung von 100 μm mit nahezu senkrechten Wänden ermöglicht. Dabei wird der nicht zu öffnende Teil des Siliziums durch einen Photoresist der Schicht (4) abgedeckt.

FIG.2G zeigt die in der Vertiefung bei ca 800 Grad Celsius thermisch gewachsenen Siliziumoxidschicht (SiO_2) (10) von ungefähr 1 μm Schichtdicke welche auf dem Silizium wächst, aber nicht auf dem Silizium-Nitrat.

FIG.2H zeigt die Öffnung (11) welche durch das "Differential Reactive Ion Etching" (DRIE) entsteht, wobei das Silizium stärker als das Siliziumoxid geätzt wird. Dabei wird der nicht zu öffnende Teil des Siliziums durch einen Photoresist der Schicht (4) abgedeckt.

Anhand von FIG.3 werden die prinzipiellen Verfahrensschritte zur Herstellung der Pyrexstruktur gezeigt.

FIG.3A zeigt die auf einer Pyrexscheibe (13) durch das "Low Pressure Chemical Vapor Deposition" (LPCVD) beidseitig aufgebrachte Polysiliziumschicht (14) und (15) von je 0.5 μm Schichtdicke.

FIG.3B zeigt die in der Polysiliziumschicht (14) eingebrachte Öffnung (16) welche durch das "Reactive Ion Etching" (RIE) erzeugt wird, wobei das Pyrex als Ätzstop wirkt. Dabei wird der nicht zu öffnende Teil des Siliziums durch einen Photoresist der Schicht (14) abgedeckt.

FIG.3C zeigt die in der Pyrexscheibe eingebrachte Vertiefung (17) welche durch das "Hydro Fluoric Acid" (HF) Nassätzverfahren erzeugt wird, wobei der Ätzstop durch die Ätzzeit bestimmt wird.

FIG.3D zeigt die in der Polysiliziumschicht (15) eingebrachte Öffnung (18) welche durch das "Reactive Ion Etching" (RIE) erzeugt wird, wobei das Pyrex als Ätzstop wirkt. Dabei wird der nicht zu öffnende Teil des Siliziums durch einen Photoresist der Schicht (14) abgedeckt.

FIG.3E zeigt die in der Pyrexscheibe eingebrachte Kanäle (19) welche durch das "Hydro Fluoric Acid" (HF) Nassätzverfahren erzeugt wird, wobei der Ätzstop durch die Ätzzeit bestimmt wird.

FIG.3F zeigt die Pyrexstruktur nachdem die die Polysiliziumschichten (14) und (15) durch Ätzen mit "Kalium Hydroxid" (KOH) entfernt wird.

Anhand von FIG.4 wird ein Ausführungsbeispiel gezeigt bei der die Oberfläche der Siliziumstruktur beschichtet wird um die Eigenschaften der Flüssigkeitsbenetzung der Düse zu beeinflussen. Die Schicht (23) ist flüssigkeitsanziehend (hydrophil im Fall von Wasser) und die Schicht (24) ist flüssigkeitsabstossend (hydrophob im Fall von Wasser). Diese Beschichtung wird dazu führen, dass reproduzierbare Tropfen gebildet werden.

Anhand von FIG.5 werden der prinzipielle Aufbau eines Arrays von Düsen mit gemeinsamen Flüssigkeitsbehälter zur Erzeugung eines Nebels reproduzierbarer Tropfen gezeigt. Die individuellen Düsenöffnungen (22) werden durch die Siliziumoxidstruktur (12) gebildet, welche gemäss dem Verfahren von FIG.2 hergestellt werden. Die Anzahl, Grösse und Abstand der Düsen wird durch die Photolithographiestruktur bestimmt. Durch die freistehende Struktur der Wand der Düsenöffnung (12) wird die Benetzung der äusseren Oberfläche der Düse verhindert und die Tropfen der verschiedenen individuellen

Düsenöffnungen verbinden sich nicht zu einem gemeinsamen grossen Tropfen. Dadurch kann ein Nebel aus einer Vielzahl kleiner, genau definierter Tropfen erzeugt werden.

Anhand von FIG.6 wird ein Ausführungsbeispiel gezeigt bei dem der Durchmesser der Düsenöffnung (22) auf die Grössenordnung von einem μm verringert wird durch Aufbringen einer Schicht (25) von Siliziumoxid (SiO_2) mit dem "Chemical Vapor Deposition" (CVD) Verfahren.

Aus dem oben erwähnten wird ersichtlich, dass die mikromechanisch hergestellte Düse zur Erzeugung reproduzierbar kleiner Tropfen in dieser Erfindung verschiedene Vorteile aufweist: es erlaubt die reproduzierbare Erzeugung von einem Tropfen bis zu einem Mikrometer Durchmesser. Die Kombination mehrerer Düsen gekoppelt an ein gemeinsames Flüssigkeitsreservoir erzeugt einen Nebel gleichförmiger Tröpfchen mit einem Durchmesser bis zu einem Mikrometer. Die Erfindung erlaubt auch die kontrollierte Erzeugung einer Flüssigkeitsoberfläche von einigen Mikrometer Durchmesser.

Patentansprüche

1. Eine mikromechanisch hergestellte Düse zur Erzeugung reproduzierbar kleiner Tropfen bestehend aus einer Siliziumstruktur mit Silizium-Nitrat (Si_3N_4) und Siliziumoxid (SiO_2) Schichten in welcher mit Nass-Ätzverfahren und Trocken-Ätzverfahren eine durchgehende Öffnung erzeugt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Silizium Seitenwände dieser durchgehenden Öffnung mit einer durch thermischer Oxidation erzeugten zweiten Siliziumoxidschicht beschichtet werden und weiterhin dadurch gekennzeichnet, dass ein Teil dieser zweiten Siliziumoxidschicht durch ein nachträgliches differentielles Plasma-Ionen Trocken-Ätzverfahren zu einer freistehende Struktur geformt wird und dadurch eine geometrisch genau definierte Düsenöffnung bildet.
2. Eine mikromechanisch hergestellte Düse zur Erzeugung reproduzierbar kleiner Tropfen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser der Düse verkleinert wird in dem auf der durch thermischer Oxidation erzeugten zweiten Siliziumoxidschicht eine durch CVD Beschichtungsverfahren dritte Siliziumoxidschicht erzeugt wird.
3. Eine mikromechanisch hergestellte Düse zur Erzeugung reproduzierbar kleiner Tropfen nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass auf der durch CVD Beschichtungsverfahren erzeugten dritten Siliziumoxidschicht eine durch CVD Beschichtungsverfahren Polysiliziumoxidschicht erzeugt wird.
4. Eine mikromechanisch hergestellte Düse zur Erzeugung reproduzierbar kleiner Tropfen nach Ansprüchen 1-3, dadurch gekennzeichnet, dass die Siliziumschichten mit einer Kombination von flüssigkeitsabstossenden und flüssigkeitsanziehenden Schichten beschichtet werden.
5. Eine mikromechanisch hergestellte Düse zur Erzeugung reproduzierbar kleiner Tropfen nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass auf diese flüssigkeitsabstossenden und flüssigkeitsanziehenden Schichten aus synthetischen Polymere bestehen.

6. Eine mikromechanisch hergestellte Düse zur Erzeugung reproduzierbar kleiner Tropfen nach Anspruch 4-5, dadurch gekennzeichnet, dass auf diese flüssigkeitsabstossenden und flüssigkeitsanziehenden Schichten mit biologisch aktiven Substanzen beschichtet werden.
7. Eine mikromechanisch hergestellte Düse zur Erzeugung reproduzierbar kleiner Tropfen nach Anspruch 1-6, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Düsen zu einem Array von Düsen mit einem gemeinsamen Flüssigkeitsreservoir zusammengefasst werden.

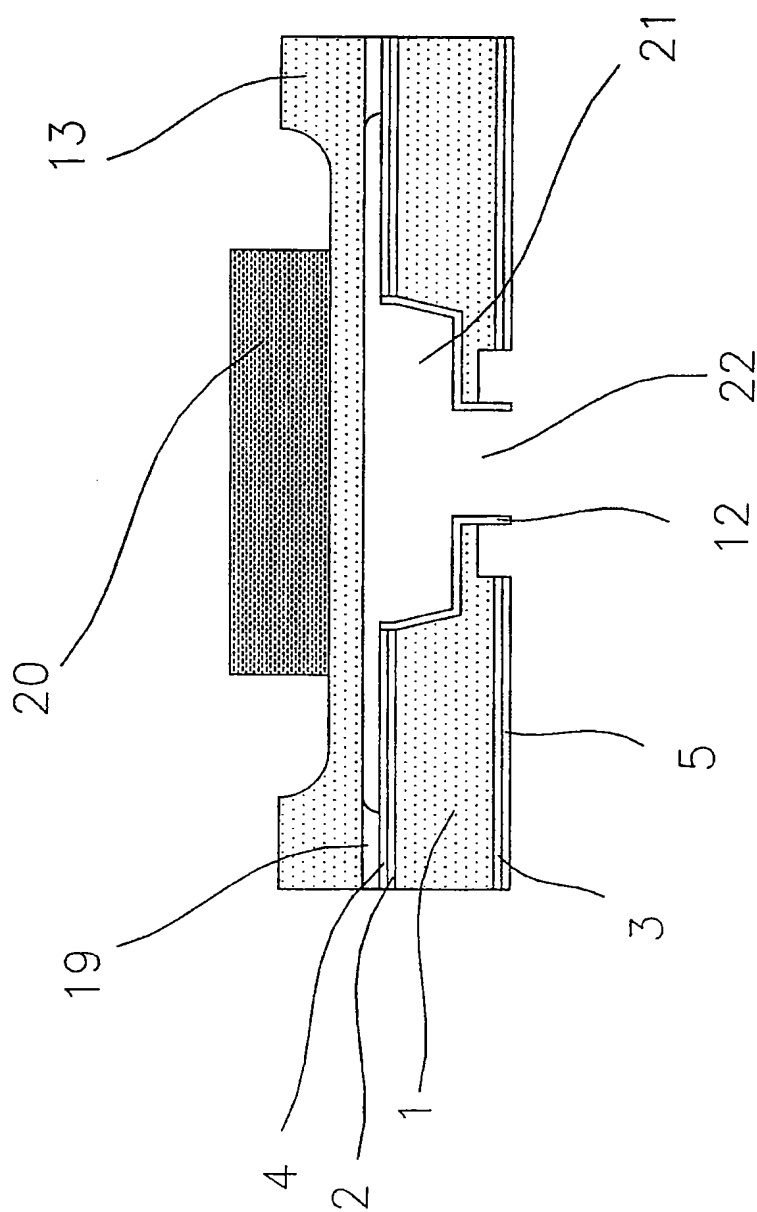


FIG.1

2/6

FIG.2A

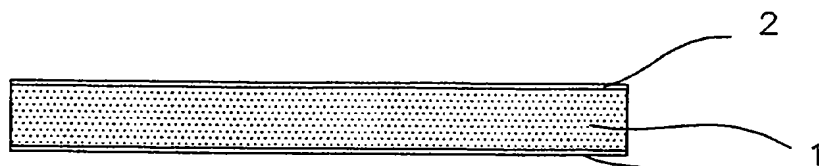


FIG.2B

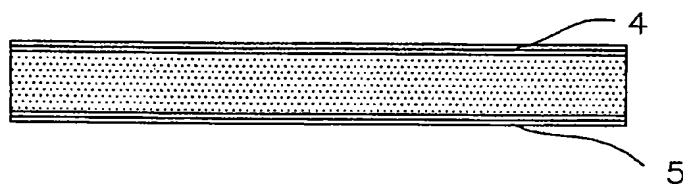


FIG.2C

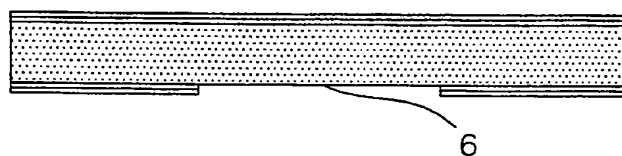


FIG.2D

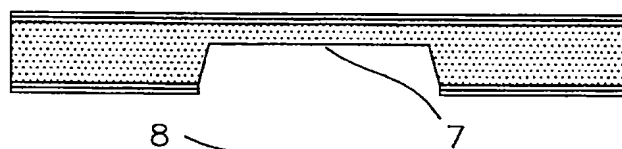


FIG.2E

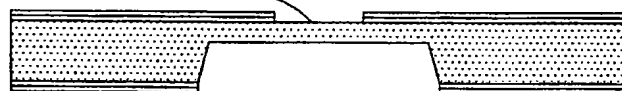


FIG.2F

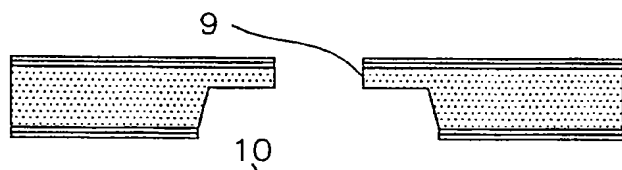
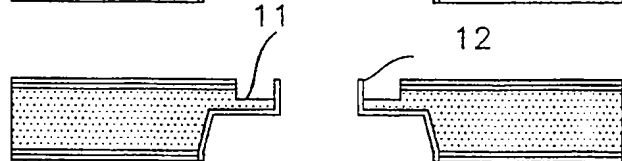


FIG.2G



FIG.2H



3/6

FIG.3A

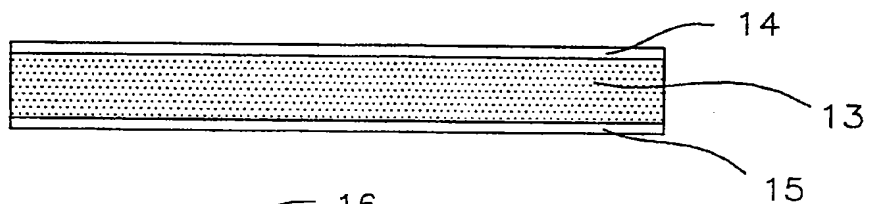


FIG.3B

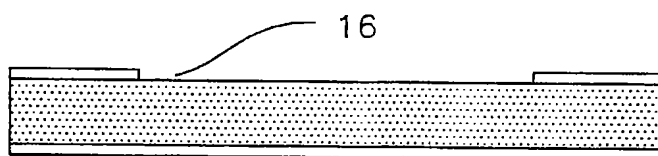


FIG.3C

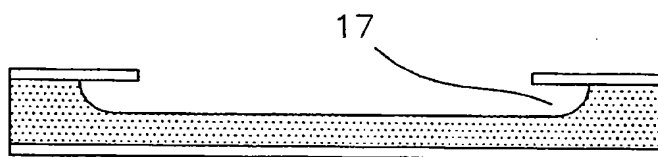


FIG.3D

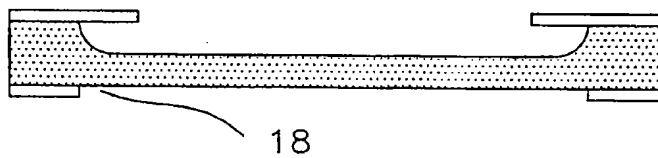


FIG.3E

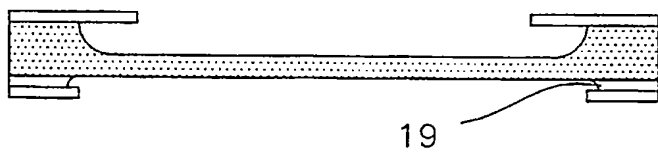
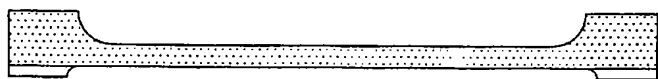


FIG.3F



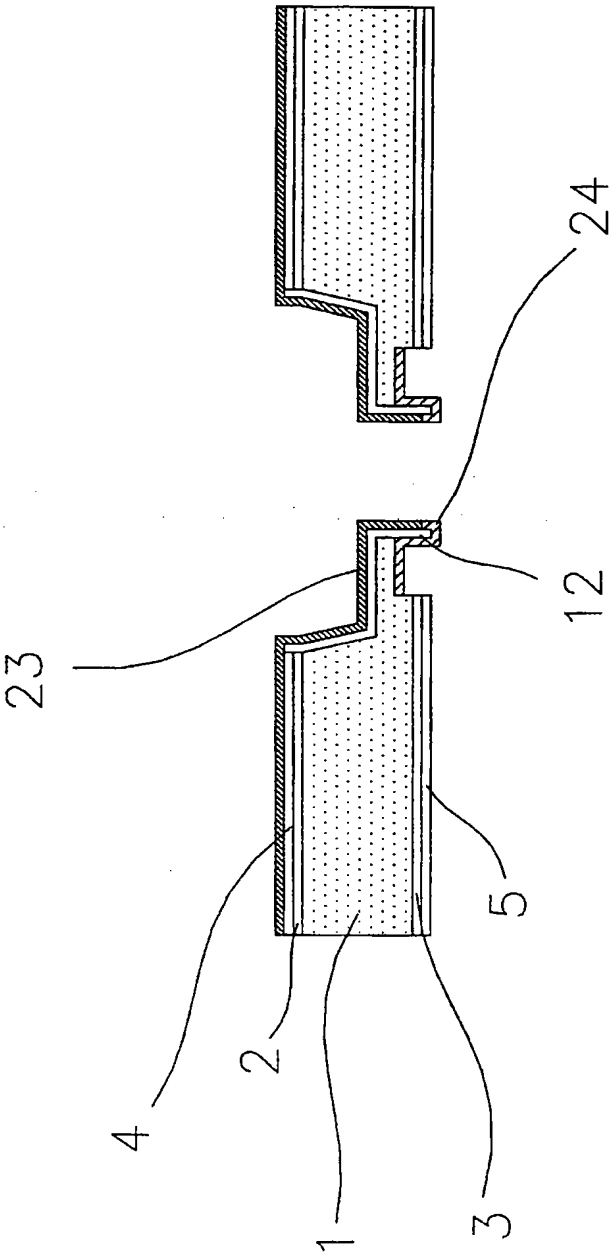


FIG. 4

FIG.5A

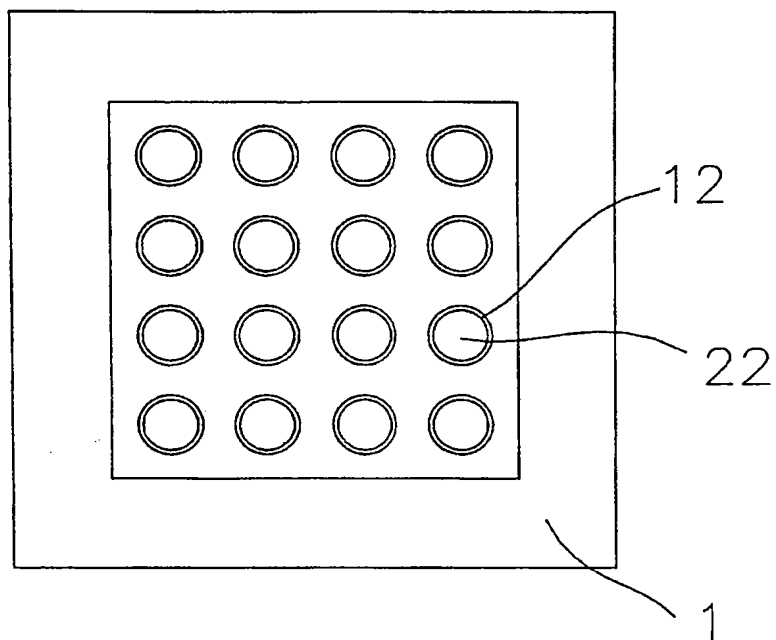
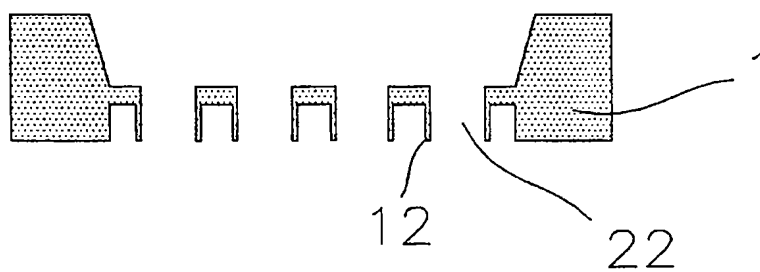


FIG.5B



6/6

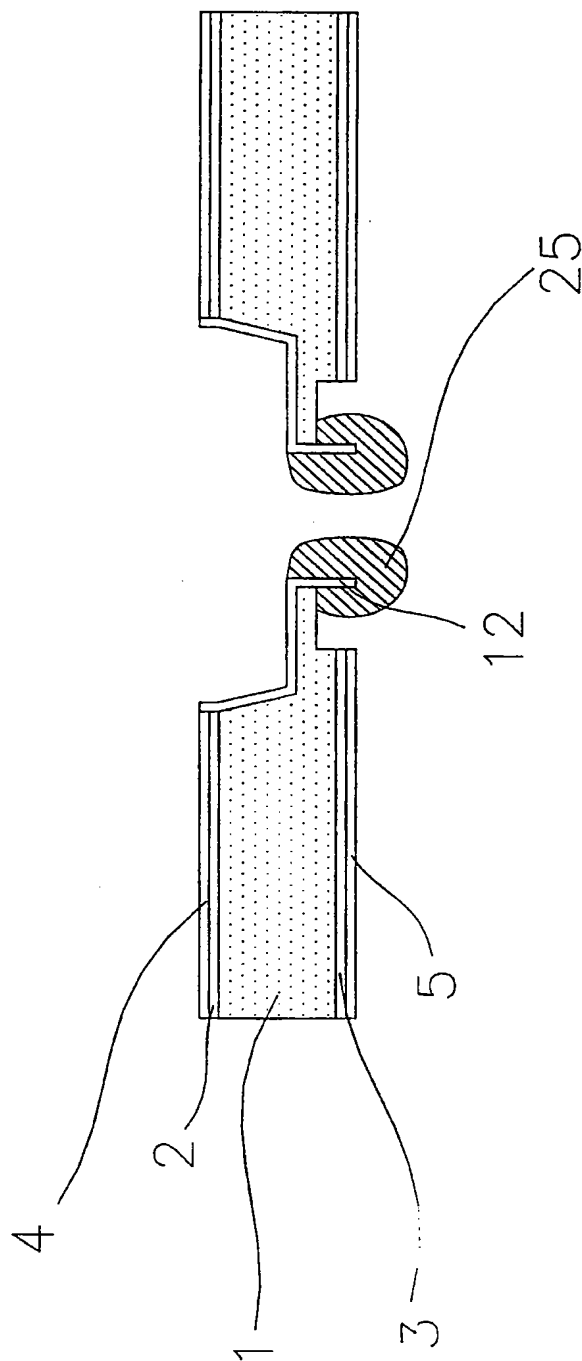


FIG. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/CH 99/00347

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B41J2/16 B41J2/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B05B B41J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| A | WO 96 32270 A (EASTMAN KODAK CO; SILVERBROOK, KIA (AU)) 17 October 1996 (1996-10-17) page 15, line 10-29; figure 1B --- | 1 |
| A | FAROOQUI, M. M. ET AL: "MICROFABRICATION OF SUB MICRON NOZZLES IN SILICON NITRIDE" PROCEEDINGS OF THE WORKSHOP ON MICRO ELECTRO MECHNAICAL SYSTEMS,US,NEW YORK, IEEE, vol. WORKSHOP 5, page 150-153 XP000344143 --- | 1 |
| A | EP 0 489 246 A (HEWLETT PACKARD CO) 10 June 1992 (1992-06-10) column 5, line 31 -column 7, line 58; figures --- -/-- | 1 |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 November 1999

Date of mailing of the international search report

10/12/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Innecken, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/CH 99/00347

| C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
|--|--|-----------------------|
| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| A | US 5 560 837 A (TRUEBA, KENNETH E.) 1 October 1996 (1996-10-01) column 4, line 12 -column 5, line 59; figures 2,3 | 1 |
| A | ----- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 217 (M-245), 27 September 1983 (1983-09-27) -& JP 58 112755 A (NIPPON DENKI KK), 5 July 1983 (1983-07-05) abstract | 1 |
| A | ----- EP 0 506 128 A (SEIKO EPSON CORP) 30 September 1992 (1992-09-30) the whole document ----- | 4 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/CH 99/00347

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---------------------|--|--|
| WO 9632270 | A | 17-10-1996 | EP 0765230 A JP 10501487 T | 02-04-1997 10-02-1998 |
| EP 0489246 | A | 10-06-1992 | US 5255017 A DE 69123224 D DE 69123224 T JP 5193143 A | 19-10-1993 02-01-1997 12-06-1997 03-08-1993 |
| US 5560837 | A | 01-10-1996 | NONE | |
| JP 58112755 | A | 05-07-1983 | NONE | |
| EP 0506128 | A | 30-09-1992 | JP 5116327 A DE 69203015 D DE 69203015 T HK 17996 A US 5387440 A | 14-05-1993 27-07-1995 02-11-1995 09-02-1993 07-02-1995 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 99/00347

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B41J2/16 B41J2/14

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B05B B41J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| A | WO 96 32270 A (EASTMAN KODAK CO; SILVERBROOK, KIA (AU)) 17. Oktober 1996 (1996-10-17) Seite 15, Zeile 10-29; Abbildung 1B --- | 1 |
| A | FAROOQUI, M. M. ET AL: "MICROFABRICATION OF SUB MICRON NOZZLES IN SILICON NITRIDE" PROCEEDINGS OF THE WORKSHOP ON MICRO ELECTRO MECHNAICAL SYSTEMS,US,NEW YORK, IEEE, Bd. WORKSHOP 5, Seite 150-153 XP000344143 --- | 1 |
| A | EP 0 489 246 A (HEWLETT PACKARD CO) 10. Juni 1992 (1992-06-10) Spalte 5, Zeile 31 -Spalte 7, Zeile 58; Abbildungen --- -/- | 1 |

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

29. November 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

10/12/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Innecken, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 99/00347

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A | US 5 560 837 A (TRUEBA, KENNETH E.) 1. Oktober 1996 (1996-10-01) Spalte 4, Zeile 12 -Spalte 5, Zeile 59; Abbildungen 2,3 ---- | 1 |
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 217 (M-245), 27. September 1983 (1983-09-27) -& JP 58 112755 A (NIPPON DENKI KK), 5. Juli 1983 (1983-07-05) Zusammenfassung ---- | 1 |
| A | EP 0 506 128 A (SEIKO EPSON CORP) 30. September 1992 (1992-09-30) das ganze Dokument ----- | 4 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 99/00347

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|--|--|
| WO 9632270 A | 17-10-1996 | EP 0765230 A JP 10501487 T | 02-04-1997 10-02-1998 |
| EP 0489246 A | 10-06-1992 | US 5255017 A DE 69123224 D DE 69123224 T JP 5193143 A | 19-10-1993 02-01-1997 12-06-1997 03-08-1993 |
| US 5560837 A | 01-10-1996 | KEINE | |
| JP 58112755 A | 05-07-1983 | KEINE | |
| EP 0506128 A | 30-09-1992 | JP 5116327 A DE 69203015 D DE 69203015 T HK 17996 A US 5387440 A | 14-05-1993 27-07-1995 02-11-1995 09-02-1993 07-02-1995 |